



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 199 63 580 A 1

51 Int. Cl. 7:  
F 16 F 9/53  
B 60 G 13/02  
F 16 F 9/50  
B 60 R 22/28

21 Aktenzeichen: 199 63 580.3  
22 Anmeldetag: 29. 12. 1999  
43 Offenlegungstag: 9. 8. 2001

DE 199 63 580 A 1

71 Anmelder:  
Autoliv Development AB, Vårgårda, SE  
74 Vertreter:  
Becker und Kollegen, 40878 Ratingen

72 Erfinder:  
Meyer, Bernhard, 80993 München, DE

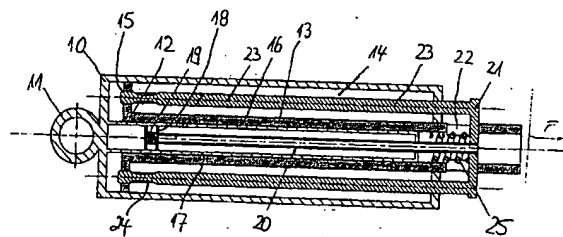
56 Entgegenhaltungen:  
DE 195 23 966 C2  
DE 197 17 693 A1  
DE 41 34 354 A1  
DE 39 05 639 A1  
DE 10 30 625 B  
US 52 84 330

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Regelbares Kraftbegrenzungselement

57 Ein als Dämpfungseinrichtung ausgebildetes Kraftbegrenzungselement, insbesondere als Bestandteil eines Sicherheitssystems in Kraftfahrzeugen, mit einem mit einem rheologischen Fluid (ERF/MRF) gefüllten Vorratsraum und mit einem bei Einleitung der zu begrenzenden Kraft durch den Vorratsraum bewegten Kolben, wobei ein elektrisches Feld bzw. Magnetfeld regelbarer Stärke zur Einstellung der Viskosität des rheologischen Fluids erzeugbar ist, ist dadurch gekennzeichnet, daß die aus dem mit dem rheologischen Fluid gefüllten Vorratsraum (20, 27, 41) und Kolben (18, 32, 42) bestehende Baugruppe als Regelungsbaugruppe mit einem weiteren Dämpfungselement (10, 12; 10, 26; 35, 36) derart zusammengeschaltet ist, daß die Stellung des Kolbens (18, 32, 42) in dem mit dem rheologischen Fluid gefüllten Vorratsraum (20, 27, 41) als Steuerkolben den Energieverzehr des Dämpfungselementes (10, 12; 10, 26; 35, 36) bestimmt und die zu begrenzende Kraft an dem Dämpfungselement (10, 12; 10, 26; 35, 36) angreift.



DE 199 63 580 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein als Dämpfungseinrichtung ausgebildetes Kraftbegrenzungselement, insbesondere als Bestandteil eines Sicherheitssystems in Kraftfahrzeugen, mit einem mit einem rheologischen Fluid (ERF/MRF) gefüllten Vorratsraum und mit einem bei Einleitung der zu begrenzenden Kraft durch den Vorratsraum bewegten Kolben, wobei ein elektrisches Feld bzw. Magnetfeld regelbarer Stärke zur Einstellung der Viskosität des rheologischen Fluids und damit des Energieverzehrs bei der Bewegung des Kolbens durch den Vorratsraum erzeugbar ist.

Ein derartig ausgebildetes Kraftbegrenzungselement ist ohne einen konkreten Bezug hinsichtlich seiner Verwendung in der US 5 284 330 beschrieben. Durch Veränderung des auf die in diesem Fall magneto-rheologische Flüssigkeit (MRF) einwirkenden Magnetfeldes erfolgt eine Änderung der Viskosität der eingesetzten Flüssigkeit, so daß der zugehörige Kolben in Abhängigkeit von der eingestellten Viskosität mit entsprechendem Energieverzehr und damit Begrenzung der an ihm angreifenden Kraft durch den in Form eines zylindrischen Gehäuses ausgebildeten Vorratsraum bewegbar ist. Soweit der Energieverzehr des Kraftbegrenzungselementes in Abhängigkeit von den Abmessungen von Vorratsraum und Kolben wie auch von der jeweils eingestellten Stärke des magnetischen bzw. Feldes erfolgt, ist für eine große Kraftbegrenzung neben einer entsprechenden Baugröße auch die Herstellung eines entsprechend starken Magnetfeldes über eine entsprechend eingestellte Stromstärke erforderlich. Insoweit ist mit dem bekannten Kraftbegrenzungselement der Nachteil verbunden, daß die notwendige Anordnung von Bauteilen zur Kraftbegrenzung und zur Bereitstellung entsprechend starker Magnetfelder in der Baugröße aufwendig und in ihrem Betrieb entsprechend teuer ist. Für derartige Kraftbegrenzungselemente kommen alternativ auch elektrorheologische Fluide (ERF) zum Einsatz, deren Viskosität über die Einstellung eines elektrischen Feldes regelbar ist.

Soweit ein derartiges Kraftbegrenzungselement als Bestandteil von Sicherheitssystemen in Kraftfahrzeugen eingesetzt werden soll, besteht die Forderung, ausgehend von einem zu Beginn der Kraftbegrenzung eingestellten hohen Energieverzehr zu einer Regelung des Verlaufs des Energieverzehrs in Richtung eines niedrigeren Energieverzehrs zu kommen, also den Kraftverlauf von einer harten Dämpfung hin zu einer weichen Dämpfung abzuregeln und im Bedarfsfall wieder härter zu werden, falls der prognostizierte Unfallverlauf nicht eintritt.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Kraftbegrenzungselement mit den gattungsgemäßen Merkmalen zur Verfügung zu stellen, welches bei deutlich verringertem Aufwand für Herstellung und Betrieb eine regelbare Kraftbegrenzung bereitstellt.

Die Lösung dieser Aufgabe ergibt sich einschließlich vorteilhafter Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung aus dem Inhalt der Patentansprüche, welche dieser Beschreibung nachgestellt sind.

Die Erfindung sieht in ihrem Grundgedanken vor, daß die aus dem mit dem rheologischen Fluid gefüllten Vorratsraum und Kolben bestehende Baugruppe als Regelungsbaugruppe mit einem weiteren Dämpfungselement derart zusammengeschaltet ist, daß die Stellung des Kolbens in dem mit dem rheologischen Fluid gefüllten Vorratsraum als Steuerkolben den Energieverzehr des Dämpfungselementes bestimmt und die zu begrenzende Kraft an dem Dämpfungselement angreift. Mit der Erfindung ist der Vorteil verbunden, daß die mit einem elektrischen Feld bzw. Magnetfeld beaufschlagte Baugruppe nur als Regelungsbaugruppe für ein die Haupt-

last der Kraftbegrenzung übernehmendes Dämpfungselement eingesetzt wird, so daß entsprechend kleine Baugrößen und geringer Strombedarf für die Auslegung der auf der Basis eines rheologischen Fluids arbeitenden Regelungsbaugruppe in Ansatz zu bringen sind.

Soweit nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung vorgesehen ist, daß die Zusammenschaltung von Regelungsbaugruppe und Dämpfungselement derart eingerichtet ist, daß bei stromloser Regelungsbaugruppe das Dämpfungselement den maximalen Energieverzehr aufweist, tritt als wesentlicher Vorteil hinzu, daß das Dämpfungselement den größten Energieverzehr bei stromloser Regelungsbaugruppe zur Verfügung stellt, so daß auch bei Ausfall der Regelungsbaugruppe eine ausreichend sichere Kraftbegrenzung gewährleistet ist.

In einer ersten Ausführungsform der Erfindung ist das weitere Dämpfungselement als Flüssigkeitsdämpfer mit einem bei Kraftangriff durch eine viskose Flüssigkeit bewegten Dämpfungskolben ausgebildet, wobei die zu begrenzende Kraft an den Dämpfungskolben angreift und der Steuerkolben der Regelungsbaugruppe mit dem Dämpfungskolben gekoppelt ist. Hierbei kann die viskose Flüssigkeit beispielsweise aus einem geeigneten Öl oder aus einem Silikon bestehen; weitere in ihrer Viskosität geeignete Flüssigkeiten sind von der Erfindung umfaßt.

Hierzu kann vorgesehen sein, daß der Dämpfungskolben unter Einwirkung der zu begrenzenden Kraft durch die in einer geschlossenen Kammer befindliche viskose Flüssigkeit bewegt wird und einen Strömungsweg zum Hindurchtreten der viskosen Flüssigkeit aus dem von der Vorwärtsbewegung des Dämpfungskolbens beaufschlagten Teil der Kammer in den rückwärts der Bewegung des Dämpfungskolbens entstehenden Teil der Kammer aufweist, wobei gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung der freie Querschnitt des im Dämpfungskolben befindlichen Strömungsweges über ein in seiner Stellung von dem Steuerkolben bestimmtes Regelungsglied einstellbar ist.

In einer konstruktiv geprägten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß das Dämpfungselement einen mit der viskosen Flüssigkeit gefüllten Zylinder aufweist und der wenigstens eine Öffnung als Strömungsweg aufweisende Dämpfungskolben translatorisch durch den Zylinderraum bewegbar ist und daß ein zylindrisch ausgebildeter, mit dem rheologischen Fluid gefüllter Vorratsraum im Inneren des Zylinders des Dämpfungselementes angeordnet ist und der Steuerkolben mit einer daran angeschlossenen Regelstange in die Öffnung des Dämpfungskolbens reicht und die Regelstange in ihrem in die Öffnung des Dämpfungskolbens eingreifenden Bereich einen Abschnitt mit einem sich über den Eingriffsbereich stetig ändernden Querschnitt aufweist.

Um die Regelung des Energieverzehrs des Dämpfungselementes einzustellen, ist vorgesehen, daß der Dämpfungskolben gegenüber dem Steuerkolben mit Regelstange relativbeweglich ist und Steuerkolben mit Regelstange und Dämpfungskolben über eine Feder aneinandergeschnitten sind.

Hinsichtlich der Auslegung des Energieverzehrs kann vorgesehen sein, daß über den Umfang des Dämpfungskolbens verteilt eine Mehrzahl von Öffnungen und diesen zugeordnet eine Mehrzahl von an den Steuerkolben angeschlossenen Regelstangen vorgesehen ist.

In einer alternativen Konstruktion ist nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung vorgesehen, daß das Dämpfungselement einen mit der viskosen Flüssigkeit gefüllten Zylinder aufweist und der sich von einer Mittelachse radial erstreckende Dämpfungskolben rotatorisch durch den Zylinderraum bewegbar ist, wobei der vom Dämpfungskolben

überstrichende Zylinderraum über eine Trennwand geteilt ist und daß der Dämpfungskolben einen seine Mittelachse umschließenden, konzentrisch zum Zylinder angeordneten Hohlraum ausbildet, der den mit dem rheologischen Fluid gefüllten Vorratsraum ausbildet, in welchem der rotatorisch um die Mittelachse bewegliche Steuerkolben einen in einem radial verlaufenden Steg des Dämpfungskolbens längsverschieblich angeordneten Schieber zur Einstellung des freien Querschnitts der in dem Dämpfungskolben angebrachten Öffnung beaufschlagt.

Alternativ zu dem als Flüssigkeitsdämpfer ausgebildeten Dämpfungselement ist nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung vorgesehen, daß das weitere Dämpfungselement aus einer bei Einleitung der zu begrenzenden Kraft drehbaren, mit Außengewinde versehenen Welle und einer darauf mit zugehörigem Innengewinde drehbar angeordneten Nuß sowie einer federbelasteten Reibscheibe als Reibwiderstand für die Drehung der Nuß besteht und daß der Steuerkolben der in einem gemeinsamen Gehäuse mit dem Dämpfungselement angeordneten Regelungsbaugruppe die Krafteinwirkung der die Reibscheibe belastenden Federn bestimmt.

Dabei ist zur Einstellung des Energieverzehrs des Dämpfungselementes vorgesehen, daß als Bestandteil der Regelungsbaugruppe ein der Aufnahme des rheologischen Fluids dienender Zylinder auf der Außenseite der Nuß bei Drehung der Nuß längsverschiebbar in dem Gehäuse angeordnet ist und der in dem Zylinder bewegliche Steuerkolben mittels einer an ihm angebrachten Kolbenstange gegen eine zwischen den Federn und der Reibscheibe verschiebbar angeordnete Platte abgestützt ist.

Im Hinblick auf die Auslegung des Energieverzehr kann vorgesehen sein, daß auf der Außenverzahnung der Nuß eine Mehrzahl von Zylindern mit zugehörigem Steuerkolben und gegen die Platte abgestützten Kolbenstangen angeordnet ist.

Als ein Ausführungsbeispiel für den Einsatz eines erfindungsgemäßen Dämpfungselementes bei einem Sicherheitssystem in Kraftfahrzeugen richtet sich die Erfindung auf einen Sicherheitsgurtaufroller als ein derartiges Sicherheitssystem, bei welchem die Gurtaufwickelwelle mit der Welle des Dämpfungselementes verbunden und dabei die Nuß fest auf der Welle angeordnet ist. Da somit die Drehung der Gurtaufwickelwelle in Gurtabzugsrichtung unmittelbar in eine Drehbewegung der Nuß umgesetzt wird, wird in gleicher Weise wie die Drehung der Nuß auch die Drehung der Gurtaufwickelwelle in Gurtabzugsrichtung abgedämpft. Nach Ausführungsbeispielen der Erfindung kann dabei das Dämpfungselement seitlich des Gehäuses des Sicherheitsgurtaufrollers an die Gurtaufwickelwelle angeflanscht sein oder die Gurtaufwickelwelle ist zur Aufnahme des Dämpfungselementes hohl ausgebildet und das Dämpfungselement ist in die Gurtaufwickelwelle integriert und mit dieser in geeigneter Weise verbunden.

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung wiedergegeben, welche nachstehend beschrieben sind. Es zeigen:

**Fig. 1** ein Kraftbegrenzungselement mit einem translatorisch arbeitenden Flüssigkeitsdämpfer als Dämpfungselement im Schnitt bei hoch eingestelltem Energieverzehr,

**Fig. 2** den Gegenstand der **Fig. 1** bei niedrig eingestelltem Energieverzehr,

**Fig. 3** ein Kraftbegrenzungselement mit einem rotatorisch arbeitenden Flüssigkeitsdämpfer als Dämpfungselement im Querschnitt bei hoch eingestelltem Energieverzehr,

**Fig. 4** den Gegenstand der **Fig. 3** bei niedrig eingestelltem Energieverzehr,

**Fig. 5** ein anderes Ausführungsbeispiel des Kraftbegrenzungselementes im Schnitt in einer Ausgangsstellung,

**Fig. 6** den Gegenstand der **Fig. 5** bei hoch eingestelltem Energieverzehr,

**Fig. 7** den Gegenstand der **Fig. 5** bei niedrig eingestelltem Energieverzehr,

**Fig. 8** einen Sicherheitsgurtaufroller mit einem angeflanschten, entsprechend dem Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 5** bis **7** ausgebildeten Dämpfungselement.

Das in den **Fig. 1** und **2** dargestellte Kraftbegrenzungselement besteht aus einem als Flüssigkeitsdämpfer ausgebildeten translatorisch arbeitenden Dämpfungselement, welches von der auf der Basis eines magneto-rheologischen Fluids arbeitenden Regelungsbaugruppe gesteuert wird.

Im einzelnen besteht das Dämpfungselement aus einem Zylinder **10** mit einer Anschlußöse **11** zur Befestigung des Kraftbegrenzungselementes, wobei in dem Zylinder **10** ein Dämpfungskolben **12** angeordnet ist, dessen Kolbenstange **13** aus dem Zylinder **10** herausgeführt ist derart, daß die zu begrenzende Kraft an der Kolbenstange **13** angreift. Der von dem Kolben **12** überstrichene Zylinderraum **14** ist mit einer viskosen Flüssigkeit, beispielsweise einem geeigneten Öl oder einem Silikon gefüllt. Bei der infolge Kraftangriff bewirkten Ausziehbewegung der Kolbenstange **13** aus dem Zylinder **10** und der dadurch bewirkten Verschiebung des Dämpfungskolbens **12** durch den Zylinderraum **14** kann die viskose Flüssigkeit durch in dem Kolben **12** ausgebildete Öffnungen **15** hindurchströmen; der freie Querschnitt der Öffnungen **15** stellt dabei den Energieverzehr und damit die Dämpfungswirkung beim Ausziehen der Kolbenstange **13** aus dem Zylinder **10** ein.

Dämpfungskolben **12** und Kolbenstange **13** weisen eine Längsbohrung **16** auf, die in sich einen an dem Zylinder **10** befestigten Innenzylinder **17** derart aufnimmt, daß Dämpfungskolben **12** und Kolbenstange **13** auf dem Innenzylinder **17** geführt sind. In dem Innenzylinder **17** ist ein Steuerkolben **18** verschiebbar geführt, der mit einer Spule **19** zur Erzeugung eines magnetischen Feldes versehen ist. Der Zylinderraum **20** des Innenzylinders **10** dient als Vorratsraum für eine magneto-rheologische Flüssigkeit, deren Viskosität über die Einstellung des von der Spule **19** erzeugten magnetischen Feldes in der Umgebung der Spule veränderbar ist. Der Steuerkolben **18** ist mit einer zugeordneten Kolbenstange aus dem Innenzylinder **17** wie auch aus dem Zylinder **10** herausgeführt und trägt hier eine Kolbenplatte **21**, die die Kolbenstange **13** des Dämpfungskolbens **12** in Durchbrechungen **22** durchgreift, so daß von der Kolbenplatte **21** ausgehende Regelstangen **23** in den Zylinderraum **14** des Zylinders **10** zurückgeführt sind und hier bis in die Öffnungen **15** im Dämpfungskolben **12** reichen. Die axiale Abmessung der Durchbrechungen **22** in Längsrichtung der Kolbenstange **13** ist dabei so gewählt, daß eine Relativverschiebung zwischen dem Dämpfungskolben **12** und der in ihrer jeweiligen Stellung von dem Steuerkolben **18** festgelegten Kolbenplatte **21** möglich ist. Eine sich zwischen der Kolbenplatte **21** und der Kolbenstange **13** abstützende Feder **25** spannt den Regelkolben **18** in dessen eine harte Dämpfung einstellende, in **Fig. 1** dargestellte Stellung vor. Das Ausmaß dieser Relativverschiebung findet eine Entsprechung darin, daß die Regelstangen **23** in ihrem mit den Öffnungen **15** des Kolbens **12** zusammenwirkenden Endbereich einen Abschnitt sich stetig verändernden Querschnitts in Form einer eine stetige Steuerkante aufweisenden Einziehung **24** aufweisen dergestalt, daß die Abschnitte **24** der Regelstangen **23** bei entsprechender Relativverschiebung des Steuerkolbens **18** zum Dämpfungskolben **12** in die Öffnungen **15** des Dämpfungskolbens **12** eintreten und hier den freien Querschnitt für den Durchtritt der im Zylinderraum **14** befindlichen viskosen Flüssigkeit bei der Längsverschiebung des Dämpfungskolbens **12** im Zylinder **10** regeln.

Bei der in Fig. 1 dargestellten Ausgangsstellung für den Kraftangriff ist ein hoher Energieverzehr mit entsprechend harter Dämpfung der angreifenden Kraft deswegen gegeben, weil die Regelstangen 23 die Öffnungen 15 des Dämpfungskolbens 12 so weitgehend verschließen, daß nur ein geringer freier Querschnitt der Öffnungen 15 für den Durchtritt der viskosen Flüssigkeit bei der Bewegung des Dämpfungskolbens 12 in dem Zylinder 10 zur Verfügung steht. Ist während der Bewegung des Dämpfungskolbens 12 kein Magnetfeld in dem Zylinderraum 20, genauer im Bereich des Kolbens 18 wirksam, so folgt der Regelkolben 18 aufgrund seiner Kopplung über die Feder 25 an die Kolbenstange 23 der Bewegung des Dämpfungskolbens 12 und es findet keine Relativbewegung zwischen den Regelstangen 23 und dem Dämpfungskolben 12 statt. Damit verbleibt es auch bei der in Fig. 1 dargestellten Stellung der Bauteile zueinander, welche die harte Dämpfung bewirkt.

Soll nun eine Regelung der Dämpfung hin zu einer weicheren Dämpfungscharakteristik erfolgen, so wird das in dem Zylinderraum 20 befindliche magneto-rheologische Fluid im Bereich des Kolbens 18 mit einem Magnetfeld entsprechender Größe beaufschlagt und dadurch die Viskosität des Fluides örtlich erhöht. Sofern jetzt bei einer Verschiebung des Kolbens 18 das Fluid entweder durch Öffnungen (nicht dargestellt) im Kolben oder durch den Ringspalt zwischen Kolben-Zylinderfläche und Innenzylinder 17 hindurchtritt, ist dies nur mit einem erheblich höheren Strömungswiderstand möglich. Damit bleibt die Bewegung des Regelkolbens 18 und der daran gekoppelten Regelstangen 23 hinter der Bewegung des Dämpfungskolbens 12 zurück, so daß es zu einer die Feder 25 spannenden Relativbewegung des Dämpfungskolbens 12 gegenüber den Regelstangen 23 kommt, die die Regelstangen 23 mit ihrem Abschnitt 24 in die Öffnung 15 des Dämpfungskolbens 12 eintreten läßt. Aufgrund der hier ausgebildeten Einziehung wird der freie Querschnitt der Öffnungen 15 vergrößert und der Widerstand gegen die Durchströmung der Öffnungen 15 durch die viskose Flüssigkeit herabgesetzt und der Energieverzehr wird geringer. Am Ende des Regelungsvorganges stellt die Feder 25 den Regelkolben 18 in seine Ausgangsstellung zurück.

Die Dämpfungscharakteristik des Systems wird also durch die Auslegung der Kraft der Feder 25 und die Ausbildung des Verlaufs der den Abschnitt 24 bildenden Steuerkanten der Regelstangen 23 in Verbindung mit der Erzeugung eines Magnetfeldes entsprechender Größe zur Einstellung der Bewegung des Regelkolbens im einzelnen einstellbar.

Bei dem in den Fig. 3 und 4 dargestellten Ausführungsbeispiel sind vergleichbare Verhältnisse wie bei dem zu Fig. 1 und 2 beschriebenen Ausführungsbeispiel insoweit vorhanden, als als Dämpfungselement wiederum ein mit einer viskosen Flüssigkeit gefüllter Zylinder 10 vorgesehen ist. Der zugehörige Dämpfungskolben 26 ist nun aber in seiner Bewegung durch den Zylinderraum 14 rotatorisch ausgelegt, so daß die zu dämpfende Kraft an dem Dämpfungskolben 26 im Sinne von dessen Rotation angreift. Der Dämpfungskolben 26 besteht aus einem seine Mittelachse 28 ringartig unter Ausbildung eines Hohlraumes 27 als Vorratsraum für das magneto-rheologische Fluid umschließenden Wandung 50 sowie aus einem stegartigen Abschnitt 29, der bis an die Innenwand des Zylinders 10 reicht. Der insoweit gebildete Ringraum 51 des Zylinderraums ist durch eine Trennwand 30 unterteilt, um einen definierten Widerstand der in dem Ringraum 51 befindlichen viskosen Flüssigkeit gegen die Drehbewegung des Dämpfungskolbens 26 bzw. seines Steges 29 zu ermöglichen. Der Steg 29 des Dämpfungskolbens 26 hat eine Öffnung 31 zum Durchtritt der vis-

kosen Flüssigkeit, wie beschrieben, wobei in dem Steg 29 ein Schieber 34 zur Einstellung des freien Querschnitts der Öffnung 31 im Dämpfungskolben 26 radial verschiebbar angeordnet ist. Der Schieber 34 weist eine Durchbrechung 52 mit entsprechender Steuerkante auf, die in eine Überdeckung mit der Öffnung 31 des Steges 29 des Dämpfungskolbens 26 einsteuerbar ist, so daß der freie Querschnitt der Öffnung 31 durch die Stellung des Schiebers 34 bestimmt ist. Der Schieber 34 ist durch eine Feder 53 in die aus Fig. 3 ersichtliche und die Öffnung 31 verschließende Stellung vorgespannt.

Der Schieber 34 reicht bis in den mit dem magneto-rheologischen Fluid gefüllten Hohlraum 27 und wird hier von einem um die Mittelachse 28 drehbar angeordneten Steuerkolben 32 gesteuert, der ebenfalls in gleicher Weise wie der Dämpfungskolben 26 als rotativ arbeitender Kolben ausgebildet ist. In dem mit dem magneto-rheologischen Fluid gefüllten Hohlraum 27 befindet sich eine Trennwand mit Durchströmöffnung und mit einer Spule 33 zur Einstellung des erforderlichen magnetischen Feldes.

Wie zu dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 und 2 bereits im Grundsatz beschrieben, ist auch in der in Fig. 3 dargestellten Ausgangsstellung eine harte Dämpfungscharakteristik dadurch vorgegeben, daß die Öffnung 31 im Steg 29 des Dämpfungskolbens 12 durch den Schieber 34 verschlossen ist. Wird über die Spule 33 in dem Hohlraum 27 im Bereich der Trennwand kein Feld erzeugt und ist daher die Viskosität des überströmenden magneto-rheologischen Fluides niedrig, so dreht der Schieber 34 bei der Drehung des Dämpfungskolbens 26 um dessen Mittelachse 28 den Steuerkolben 32 mit, so daß der Schieber 34 in der in Fig. 1 dargestellten Lage verbleibt. Wird zur Regelung der Dämpfungscharakteristik ein magnetisches Feld von der Spule 33 erzeugt und erhöht sich dadurch örtlich die Viskosität des magneto-rheologischen Fluides, so wird der Drehbewegung des Steuerkolbens 32 ein Widerstand entgegengesetzt, der dazu führt, daß der Schieber 34 an der an dem Steuerkolben ausgebildeten Abtauffläche radial nach außen verschoben wird, bis seine Durchbrechung 52 in Deckung mit der Öffnung 31 im Dämpfungskolben 26 gebracht wird, in welcher Stellung ein niedriger Energieverzehr und damit ein weicherer Dämpfungseffekt gegeben ist.

In den Fig. 5 bis 7 ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt, bei welchem das Dämpfungselement als mechanisch arbeitender Dämpfer ausgebildet ist. Die zu dämpfende Kraft – in der Darstellung der Fig. 5 bis 7 nach links wirkend – greift bei diesem Ausführungsbeispiel an einer durch ein Gehäuse 37 zur Aufnahme des Dämpfungselementes wie der zugehörigen Regelungsbaugruppe hindurchgeführten Welle 35 an. Die Welle 35 ist mit einem eine entsprechend große Steigung aufweisenden Bewegungsgewinde versehen, so daß die als Zugkraft an der Welle 35 translatorisch angreifende zu begrenzende Kraft über das Bewegungsgewinde ein Drehmoment erzeugen kann. Dieser axialen Bewegung der Welle 35 wird im Sinne einer Kraftbegrenzung entgegengewirkt dadurch, daß innerhalb des Gehäuses 37 auf der Welle 35 mit zugehörigem Innengewinde eine Nuß 36 drehbar angeordnet ist. Die Nuß 36 liegt nach Art einer Reibkupplung gegen eine gehäusefeste Reibscheibe 38, die über eine in dem Gehäuse 37 angeordnete Platte 39 von Federn 40 beaufschlagt ist derart, daß die Reibscheibe 38 aufgrund der Beaufschlagung durch die Federn 40 der Drehung der Nuß 36 einen Widerstand entgegengesetzt, der sich in einer Dämpfung der an der Welle 35 angreifenden Kraft äußert.

Zur Regelung dieser Kraftbegrenzung sind auf dem äußeren Umfang der Nuß 36 bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel zwei auf der Basis einer magneto-rheologischen

Flüssigkeit arbeitende Regelungsbaugruppen angeordnet, die mit ihren mit Außengewinde versehenen Zylindern 41 auf einem Außengewinde der Nuß 36 sitzen derart, daß eine Drehung der Nuß 36 zu einer translatorischen Bewegung der Zylinder 41 in dem Gehäuse 37 in Richtung auf die Reibscheibe 38 führt. In den mit dem magneto-rheologischen Fluid gefüllten Zylindern 41 sind mit einer zugeordneten Spule zusammengeschalte Kolben 42 angeordnet, deren Kolbenstangen 43 aus dem Zylinder 41 herausgeführt sind und gegen die Platte 39 derart anliegen, daß sie bei der translatorischen Bewegung der Zylinder 41 in Abhängigkeit von ihrer sich ändernden Einschubstellung in den Zylinder 41 die Platte 39 entgegen der Kraft der Federn 40 verschieben und so die Reibscheibe 38 von der Federwirkung entlasten, so daß die Reibscheibe 38 der Drehung der Nuß 36 einen geringeren Widerstand entgegensetzt, womit ein geringerer Energieverzehr und eine weichere Dämpfung einhergeht. Wird bei der in Fig. 5 dargestellten Ausgangsstellung in die Welle 35 eine zu begrenzende Kraft eingeleitet, so ist die Welle 35 bestrebt sich zu drehen und damit auch die Nuß 36 in Drehung zu versetzen; die Drehung der Nuß 36 wird durch die Anlage der federbelasteten Reibscheibe 38 verhindert, bis ein voreingestelltes Kraftniveau überschritten ist, womit zunächst einmal eine harte Dämpfungsscharakteristik eingestellt ist. Sofern bei einer bei Überschreiten der Kraft einsetzenden Drehung der Nuß 36 die Zylinder 41 axial in Richtung auf die Reibscheibe 38 verschoben werden, bleibt diese Verschiebung dann ohne Einfluß auf die Kraft der Federn 40, solange kein magnetisches Feld auf das in den Zylindern 41 befindliche magneto-rheologische Fluid einwirkt und daher sich der Kolben 42 leicht in den Zylinder 41 einschiebt. Damit verbleibt es weiterhin bei der harten Dämpfungsscharakteristik.

Um eine weichere Dämpfung einzustellen, wird ein magnetisches Feld erzeugt, wodurch das in den Zylindern 41 befindliche magneto-rheologische Fluid nun der Einschubbewegung der Kolben 42 einen größeren Widerstand entgegensetzt, so daß bei der axialen Verschiebung der Zylinder 41 die Kolbenstangen 43 auf die Platte 39 drücken und damit die Reibscheibe 38 von der Einwirkung der Federn 40 entlasten. Damit ist die Reibung zwischen der Nuß 36 und der Reibscheibe 38 herabgesetzt, was mit einem geringeren Energieverzehr einhergeht.

In Fig. 8 ist ein Ausführungsbeispiel für die Anordnung eines in Entsprechung zu dem in Fig. 5 beschriebenen Dämpfungselement ausgeführten Dämpfungselementes in Verbindung mit einem Sicherheitsgurtaufroller 60 als Sicherheitssystem in Kraftfahrzeugen dargestellt, bei welchem die nicht im einzelnen dargestellte Gurtaufwickelwelle für das Gurtband 62 fest mit der Welle 35 des zu Fig. 5 bis 7 bereits erläuterten Dämpfungselementes verbunden ist. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist das betreffende Dämpfungselement seitlich an das Gehäuse 61 des Sicherheitsgurtaufrollers 60 angesetzt. Wie nicht weiter dargestellt, kann das Dämpfungselement aber auch in das Innere einer hohl ausgebildeten Gurtaufwickelwelle integriert sein.

Bei Einsatz des gemäß Fig. 5 bis 7 aufgebauten Dämpfungselementes zur Kraftbegrenzung bei der Drehung einer durch den am Sicherheitsgurtaufroller ausgebildeten Verriegelungsmechanismus in bekannter Weise blockierten Gurtaufwickelwelle in Abwickelrichtung des Gurtbandes 62 ist es nicht erforderlich, die Nuß 36 drehbar auf der Welle 35 anzuordnen, vielmehr ist die Nuß 36 fest mit der Welle 35 verbunden, so daß die Drehung der Gurtaufwickelwelle in Abwickelrichtung des Gurtbandes 62 in eine gleichsinnige Drehung der Nuß 36 umgesetzt wird. Diese Drehbewegung der Nuß 36 und damit die gleichsinnige Drehbewegung der Gurtaufwickelwelle wird dabei durch die in den Fig. 5 bis 7

dargestellten Baugruppen gedämpft, wie dies zu dem in den Fig. 5 bis 7 dargestellten Ausführungsbeispiel eines Dämpfungselementes im einzelnen erläutert ist.

Die in der vorstehenden Beschreibung, den Patentansprüchen, der Zusammenfassung und der Zeichnung offenbarten Merkmale des Gegenstandes dieser Unterlagen können einzeln als auch in beliebigen Kombinationen untereinander für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen wesentlich sein.

#### Patentansprüche

1. Als Dämpfungseinrichtung ausgebildetes Kraftbegrenzungselement, insbesondere als Bestandteil eines Sicherheitssystems in Kraftfahrzeugen, mit einem mit einem rheologischen Fluid (ERF/MRF) gefüllten Vorratsraum und mit einem bei Einleitung der zu begrenzenden Kraft durch den Vorratsraum bewegten Kolben, wobei ein elektrisches Feld bzw. Magnetfeld regelbarer Stärke zur Einstellung der Viskosität des rheologischen Fluids und damit des Energieverzehrs bei der Bewegung des Kolbens durch den Vorratsraum erzeugbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die aus dem mit dem rheologischen Fluid gefüllten Vorratsraum (20, 27, 41) und Kolben (18, 32, 42) bestehende Baugruppe als Regelungsbaugruppe mit einem weiteren Dämpfungselement (10, 12; 10, 26; 35, 36) derart zusammengeschalte ist, daß die Stellung des Kolbens (18, 32, 42) in dem mit dem rheologischen Fluid gefüllten Vorratsraum (20, 27, 41) als Steuerkolben den Energieverzehr des Dämpfungselementes (10, 12; 10, 26; 35, 36) bestimmt und die zu begrenzende Kraft an dem Dämpfungselement (10, 12; 10, 26; 35, 36) angreift.
2. Kraftbegrenzungselement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zusammenschaltung von Regelungsbaugruppe und Dämpfungselement derart eingerichtet ist, daß bei stromloser Regelbaugruppe das Dämpfungselement den maximalen Energieverzehr aufweist.
3. Kraftbegrenzungselement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das weitere Dämpfungselement (10, 12) als Flüssigkeitsdämpfer mit einem bei Kraftangriff durch eine viskose Flüssigkeit bewegten Dämpfungskolben (12, 26) ausgebildet ist und die zu begrenzende Kraft an dem Dämpfungskolben (12, 26) angreift und daß der Steuerkolben (18, 32) der Regelungsbaugruppe mit dem Dämpfungskolben (12, 26) gekoppelt ist.
4. Kraftbegrenzungselement nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die viskose Flüssigkeit aus einem geeigneten Öl besteht.
5. Kraftbegrenzungselement nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die viskose Flüssigkeit aus einem Silikon besteht.
6. Kraftbegrenzungselement nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der durch die in einer geschlossenen Kammer (14) befindliche viskose Flüssigkeit bewegte Dämpfungskolben (12, 26) einen Strömungsweg (Öffnung 15, 31) zum Hindurchtreten der viskosen Flüssigkeit aus dem von der Vorwärtsbewegung des Dämpfungskolbens (12, 26) beaufschlagten Teil der Kammer (14) in den rückwärts der Bewegung des Dämpfungskolbens (12, 26) entstehenden Teil der Kammer (14) aufweist.
7. Kraftbegrenzungselement nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der freie Querschnitt des im Dämpfungskolben (12, 26) befindlichen Strömungsweges (Öffnung 15) über ein in seiner Stellung von dem

Steuerkolben (18, 32) bestimmtes Regelungsglied (23, 34) einstellbar ist.

8. Kraftbegrenzungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Dämpfungselement einen mit der viskosen Flüssigkeit gefüllten Zylinder (10) aufweist und der wenigstens eine Öffnung (15) als Strömungsweg aufweisende Dämpfungskolben (12) translatorisch durch den Zylinderraum (14) bewegbar ist und daß ein zylindrisch ausgebildeter, mit dem rheologischen Fluid gefüllter Vorratsraum (20) im Inneren des Zylinders (10) des Dämpfungselementes angeordnet ist und der Steuerkolben (18) mit einer daran angeschlossenen Regelstange (23) in die Öffnung (15) des Dämpfungskolbens (12) reicht und die Regelstange (23) in ihrem in die Öffnung (15) des Dämpfungskolbens (12) eingreifenden Bereich einen Abschnitt (24) mit einem sich über den Eingriffsbereich stetig ändernden Querschnitt aufweist.

9. Kraftbegrenzungselement nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Dämpfungskolben (12) gegenüber dem Steuerkolben (18) mit Regelstange (23) relativbeweglich ist und Steuerkolben (18) mit Regelstange (23) und Dämpfungskolben (12) über eine Feder (25) aneinandergeschnitten sind.

10. Kraftbegrenzungselement nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß über den Umfang des Dämpfungskolbens (12) verteilt eine Mehrzahl von Öffnungen (15) und diesen zugeordnet eine Mehrzahl von an den Steuerkolben (18) angeschlossenen Regelstangen (23) vorgesehen ist.

11. Kraftbegrenzungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Dämpfungselement einen mit der viskosen Flüssigkeit gefüllten Zylinder (10) aufweist und der sich von einer Mittelachse (28) radial erstreckende Dämpfungskolben (26) rotatorisch durch den Zylinderraum (14) bewegbar ist, wobei der vom Dämpfungskolben (26) überstrichende Zylinderraum (14) über eine Trennwand (30) geteilt ist und daß der Dämpfungskolben (26) einen seine Mittelachse (28) umschließenden, konzentrisch zum Zylinder (10) angeordneten Hohlraum (27) als den mit dem rheologischen Fluid gefüllten Vorratsraum ausbildet, in welchem der rotatorisch um die Mittelachse (28) bewegliche Steuerkolben (32) einen in einem radial verlaufenden Steg (29) des Dämpfungskolbens (26) längsverschieblich angeordneten Schieber (34) zur Einstellung des freien Querschnitts der in dem Dämpfungskolben (26) angebrachten Öffnung (31) beaufschlägt.

12. Kraftbegrenzungselement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das weitere Dämpfungselement aus einer bei Einleitung der zu begrenzenden Kraft drehbaren, mit Außengewinde versehenen Welle (35) und einer darauf mit zugehörigem Innengewinde drehbar angeordneten Nuß (36) sowie einer federbelasteten Reibscheibe (38) als Reibwiderstand für die Drehung der Nuß (36) besteht und daß der Steuerkolben (42) der in einem gemeinsamen Gehäuse (37) mit dem Dämpfungselement (35, 36) angeordneten Regelungsbaugruppe die Krafteinwirkung der die Reibscheibe (38) belastenden Federn (40) bestimmt.

13. Kraftbegrenzungselement nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß als Bestandteil der Regelungsbaugruppe ein der Aufnahme des rheologischen Fluids dienender Zylinder (41) auf der Außenseite der Nuß (36) bei Drehung der Nuß (36) längsverschiebbar in dem Gehäuse (37) angeordnet ist und der in dem Zylinder (41) bewegliche Steuerkolben (42) mittels einer

an ihm angebrachten Kolbenstange (43) gegen eine zwischen den Federn (40) und der Reibscheibe (38) verschiebbar angeordnete Platte (39) abgestützt ist.

14. Kraftbegrenzungselement nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Außenverzahnung der Nuß (36) eine Mehrzahl von Zylindern (41) mit zugehörigem Steuerkolben (42) und gegen die Platte (39) abgestützten Kolbenstangen (43) angeordnet ist.

15. Sicherheitsgurtaufroller mit einer Gurtaufwickelwelle und mit einem nach einem der Ansprüche 12 bis 14 ausgebildeten Dämpfungselement, bei welchem die Gurtaufwickelwelle mit der Welle (35) verbunden und die Nuß (36) fest auf der Welle (35) angeordnet ist.

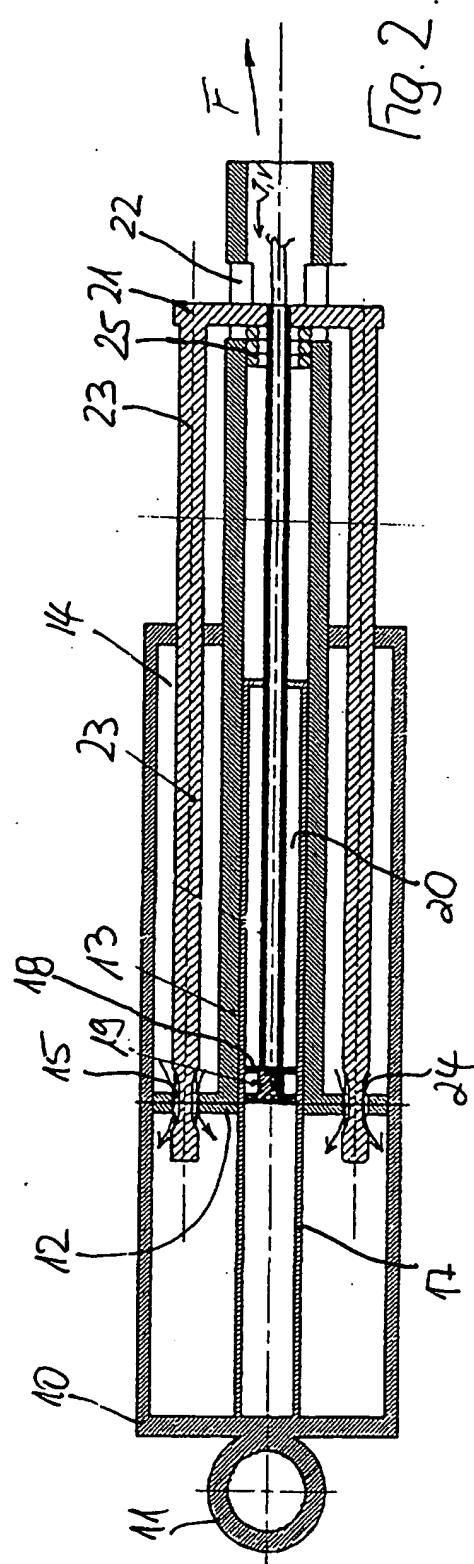
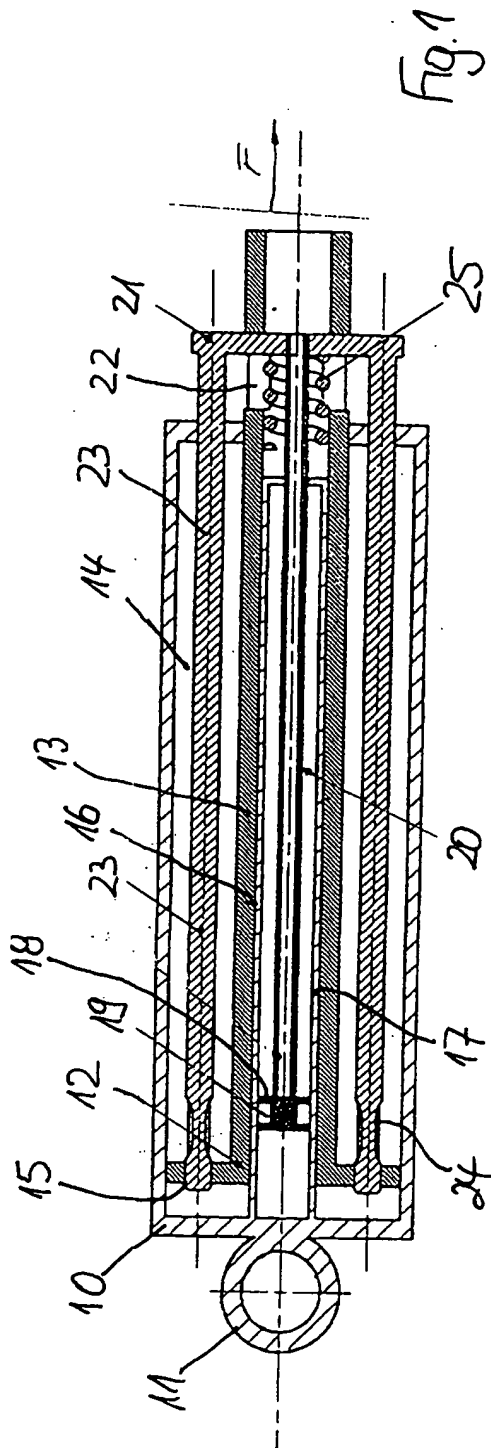
16. Sicherheitsgurtaufroller nach Anspruch 15, bei welchem das Dämpfungselement seitlich des Gehäuses (61) des Sicherheitsgurtaufrollers (60) an die Gurtaufwickelwelle angeflanscht ist.

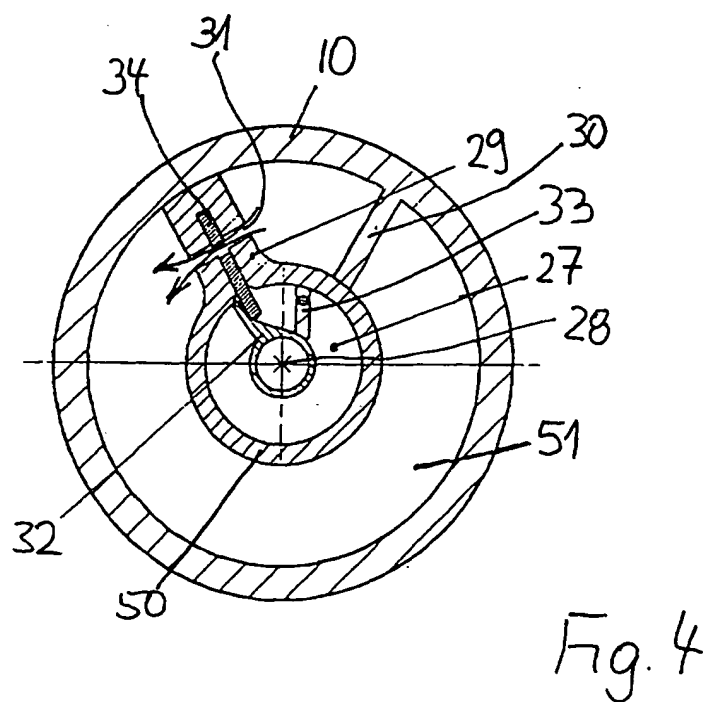
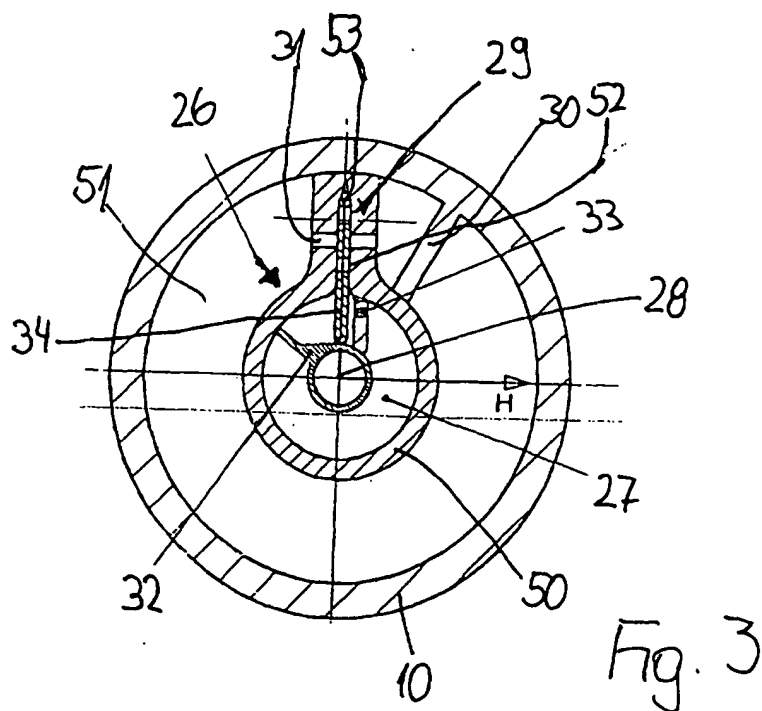
17. Sicherheitsgurtaufroller nach Anspruch 15, bei welchem das Dämpfungselement in die zur Aufnahme des Dämpfungselementes hohl ausgebildete Gurtaufwickelwelle integriert ist.

---

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

---







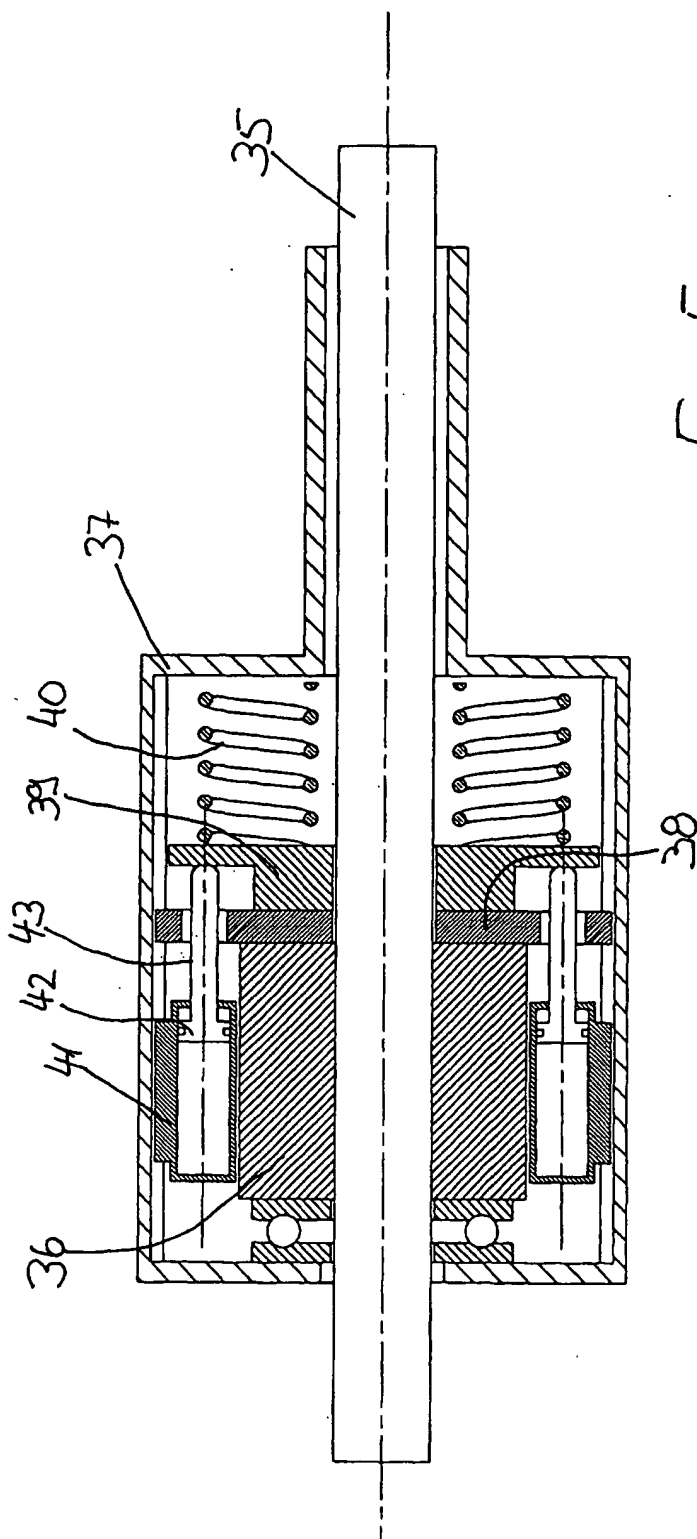


Fig. 6

